

⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 294 324 A1**

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑬ Anmeldenummer: 88810318.5

⑭ Int. Cl.: **B 23 K 26/14**  
**B 23 K 26/00**

⑮ Anmeldetag: 13.05.88

⑯ Priorität: 18.05.87 CH 1901/87

⑰ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
 07.12.88 Patentblatt 38/49

⑱ Benannte Vertragsstaaten:  
 CH DE FR GB IT LI SE

⑲ Anmelder: C.A. Weidmüller GmbH & Co.  
 Klingenbergrasse 18  
 D-4930 Detmold (DE)

⑳ Erfinder: Vornfett, Karl-Ulrich  
 Krippenhof 20  
 D-7570 Baden-Baden (DE)

㉑ Vertreter: Wenger, René et al  
 Nepp & Partner AG Marktgasse 18  
 CH-9500 Wil (CH)

㉒ Laserbearbeitungswerkzeug.

㉓ Zur Kühlung der Düse an einem Laserbearbeitungswerkzeug wird ein zusätzliches Kühl- oder Arbeitsgas ausserhalb der Düse (1) bis an die Düsenspitze (7) geführt, wo es in die Atmosphäre austritt. Zu diesem Zweck wird eine konzentrische Ringkammer um die Aussenseite der Düse (1) gebildet, in der auch die Sensorvorrichtung (8) angeordnet ist, welche so ebenfalls gekühlt wird.

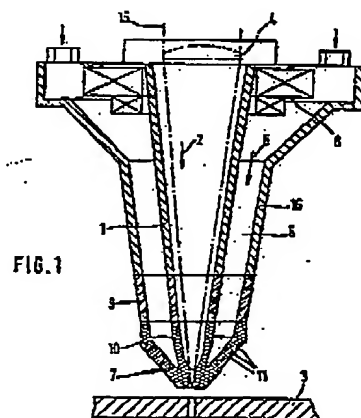


FIG. 1

EP 0 294 324 A1

1

0 294 324

2

## Beschreibung

## Laserbearbeitungswerkzeug

Die Erfindung bezieht sich auf ein Laserbearbeitungswerkzeug gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 1. Leistungslaser für die Materialbearbeitung werden in immer steigendem Masse in der Industrie eingesetzt. Beim Schneiden und Schweiessen von Blechen und Stahlteilen sind sie bereits weit verbreitet.

Für die Zuleitung der für den Arbeitsprozess erforderlichen Arbeitsgase, wie z.B. Schutzgas beim Schweiessen zum Fernhalten des die Schweissstelle umgebenden Luftsauerstoffs oder Sauerstoff beim Brennschneiden, werden Düsen verwendet, durch die sowohl der fokussierte Laserstrahl, als auch das Arbeitsgas austritt. Diesen Düsen sind in der Regel abstandssensitive Sensoren zugeordnet, die dafür sorgen, dass vor dem Beginn des Arbeitsprozesses oder während des Arbeitsprozesses der Abstand zwischen Düsen Spitze und Werkstück konstant bleibt. Bei Schnelbrennköpfen ist der Sensor vorzugsweise in die Düsen Spitze integriert.

Bei der Bearbeitung von Metallen mittels Leistungslasern entsteht eine erhebliche Wärmeentwicklung. Besonders beim Schneiden und Schweiessen von dicken Metallblechen bis etwa 12 mm und darüber ist die vom Werkstück ausgehende Wärmestrahlung in Folge der hohen Wärmekapazität und der langen Abkühlzeit in unmittelbarer Nähe der Düse sehr hoch. Dadurch werden die unmittelbar über der Wärmezone angeordneten Bauteile stark aufgeheizt, so dass die Funktion des elektronischen Sensorelementes in der Düse beeinträchtigt werden kann. Ausserdem können Metallspritzer ständig die Düse treffen und somit weitere Temperaturerhöhungen bewirken.

Bei bisher bekannten Laserarbeitsköpfen wurde die Sensorelektronik aus Stabilitätsgründen und zum Schutz vor Wärmeeinwirkung aus dem eigentlichen Düsenkörper in einen externen Vorverstärker verlagert. Dies macht es ersichtlicherweise notwendig, dass die als Sensorelektrode ausgebildete Düsen Spitze 8 über ein mehr oder weniger langes Koaxialkabel mit der Sensorelektronik verbunden wird.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei der die Düse vor übermässiger Wärmeeinwirkung geschützt wird und bei der insbesondere die Düsen Spitze als Sensorelement für die Abstandsmessung bzw. Abstandsregelung ausgebildet werden kann, wobei die Sensorvorrichtung so nahe wie möglich an der Düsen Spitze angeordnet ist. Diese Aufgabe wird mit einer Vorrichtung gelöst, welche die Merkmale im Anspruch 1 aufweist. Die Ringkammer ermöglicht auf einfache Weise die Zufuhr eines Kühlgases an den Ort der stärksten Wärmeentwicklung oder auch die Zufuhr eines zusätzlichen Arbeitsgases für die Beeinflussung des Arbeitsprozesses. Gleichzeitig wird aber auch die in der Ringkammer angeordnete Sensorvorrichtung gekühlt und muss somit nicht in unnötiger Entfernung von der Düsen Spitze bzw. von der Sensorelektrode

angeordnet werden.

Die Sensorvorrichtung sollte möglichst nahe bei der als Düsen Spitze ausgebildeten Sensorelektrode sein um möglichst präzise Messimpulse zu erhalten. Bisher war es üblich, die Sensorvorrichtung aus der Zone der grössten Wärmeentwicklung weg zu verlagern, wodurch mehr oder weniger lange Koaxialkabel erforderlich waren. Diese sind jedoch aus mechanischen und elektronischen Gesichtspunkten hinderlich. Bei der Anordnung der Sensorvorrichtung im konzentrischen Kanal, wird diese durch das zusätzliche Kühl- oder Arbeitsgas ausreichend gekühlt, so dass keine Beeinträchtigung der Funktion befürchtet werden muss. Die Sensorvorrichtung ist dabei vorzugsweise ebenfalls ringförmig ausgebildet, so dass sie sich platzsparend im konzentrischen Kanal unterbringen lässt.

Die erfindungsgemässen Vorteile lassen sich insbesondere mit Düsen erzielen, die zusammen mit dem Ringkanal eine kompakte Einheit bilden. So kann die Düsen Spitze als vorzugsweise einstückiges Bauteil ausgebildet sein, das den Endabschnitt der Düse bildet und das wenigstens eine Austrittsöffnung aufweist, die in Wirkverbindung mit der Ringkammer steht. Durch die kompakte Bauweise werden die Dimensionen der Düse gegen aussen nur unwesentlich vergrössert. Dafür kann das zusätzliche Kühl- oder Arbeitsgas noch präziser ans Zentrum der Wärmeentwicklung geführt werden.

Wenn die Ringkammer an der Düsen Spitze in einen Ringspalt mündet, kann damit zusätzlich zur Kühlung auch noch eine Beeinflussung des Strömungsverhaltens des Arbeitsgases erreicht werden. Auf diese Weise lässt sich der Verbrauch des Arbeitsgases eventuell reduzieren.

Eine besondere optimale Kühlwirkung kann erzielt werden, wenn die Ringkammer an der Düsen Spitze in eine Mehrzahl über den Umfang der Aussenwand verteilter Bohrungen mündet. Dadurch kann eine Kühlung der Düsen Spitze von innen her erfolgen, wobei je nach Anzahl der Bohrungen eine sehr grosse Kühlfläche erzielt werden kann.

Laserdüsen Spitzen können sich bei Reflexion des Laserstrahles vom Werkstück unter bestimmten Bedingungen rotglühend aufheizen. Dies führt meistens zur Zerstörung des keramischen Sensorelementes oder der Düsen Spitze. Bisher bekannte Lösungen kühlen die Düsen Spitze nur an der Oberfläche, sind nicht so effektiv und führen auch zu grösseren Bauvolumen.

Es ist daher eine weitere Aufgabe der Erfindung, ein Laserbearbeitungswerkzeug zu schaffen, bei dem eine Überhitzung der Düsen Spitze zuverlässig verhindert wird, wobei in bestimmten Situationen dazu auch Arbeitsgas verwendet werden kann. Diese zusätzliche Aufgabe wird durch ein Laserbearbeitungswerkzeug gemäss einem der Ansprüche 8 bis 15 gelöst. Wird für die Kühlung Arbeitsgas eingesetzt, so müssen die Kühlöffnungen so dimensioniert sein, dass trotz starker Kühlung Gasdurchsatz an der Austrittsöffnung auftritt. Dies geschieht

durch die entsprechende Anordnung vieler kleiner Kühlöffnungen, wobei praktisch eine mikroperforierte Fläche gebildet werden kann, die ähnlich einem Kohlefilter eine grosse Kühlfläche bei grosser Austrittsfläche aufweist. Die Kühlöffnungen können unmittelbar durch eine bestimmte Materialstruktur oder durch Bohrungen gebildet werden. Die Bohrungen, die einen Durchmesser vorzugsweise im Zehntelmillimeterbereich und kleiner haben, werden in entsprechend grosser Anzahl durch Elektrodenstrahlbohren und Erodieren eingebracht.

Besonders vorteilhaft kann es sein, wenn die Kühlöffnungen nur bei kritischen Temperatursituationen freigegeben werden und bei Normalbetrieb geschlossen bleiben. Auf diese Weise kann Arbeits- oder Kühlgas eingespart werden.

Verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachstehend genauer beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 einen Querschnitt durch ein Laserbearbeitungswerkzeug mit konzentrischer Ringkammer und dann angeordneter Sensorvorrichtung in Kompaktbauweise,

Figur 2 einen Teilquerschnitt durch eine Düsen Spitze mit feinen Bohrungen als Austrittsöffnung,

Figuren 3 und 4 eine Düsen Spitze mit einem Ringspalt als Austrittsöffnung,

Figuren 5 und 6 Düsen Spitzen ohne separaten Kühlgas kanal, beidene das Arbeitsgas als Kühlgas dient, und

Figuren 7a und 7b zwei Varianten von Kühlöffnungen mit Schliessvorrichtung.

Figur 1 zeigt den Kopf eines Laserschneidwerkzeuges, dessen Düse 1 mit der Düsen Spitze 7 unmittelbar über das zu schneidende Werkstück 3 geführt wird. Der grundsätzliche Aufbau derartiger Laserschneidköpfe ist bekannt und wird daher hier nur schematisch dargestellt. Ein Laserstrahl 15 trifft von oben auf eine im Kopf untergebrachte Laseroptik 4 und wird von dort auf das Werkstück 3 fokussiert. Gleichzeitig wird in die koaxial mit der optischen Achse der Laseroptik 4 verlaufende Düse 1 ein Arbeitsgas 2 geleitet, welches an der Düsen Spitze 7 austritt. Dieses Arbeitsgas ist beispielsweise Sauerstoff, mit dessen Hilfe der zu trennende Werkstoff oxydiert und weggeblasen wird.

Die Düsen Spitze 7 ist wegen der Wärmekapazität aus Kupfer angefertigt und wird in einem Keramikteil 9 an der Düse 1 gehalten.

Die Düse 1 ist in kompakter Bauweise von einer Aussenwand 10 umgeben, welche ggf. auch einstückig mit der Düse 1 ausgebildet sein kann. Innerhalb der konzentrischen Ringkammer 5 ist eine Sensorvorrichtung 8 untergebracht, was erhebliche technische Vorteile bringt. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Sensorvorrichtung 8 nahe an der Düsen Spitze 7 angeordnet, die als Sensorelektrode ausgebildet ist. Die vorzugsweise ringförmig ausgebildete Sensorvorrichtung 8 wird praktisch einseitig von Kühl- oder Arbeitsgas 6 umströmt und so vor unerwünschter Wärmeeinwirkung geschützt. Im Bereich der Düsen Spitze 7 mündet die konzentri-

sche Ringkammer in zahlreiche über dem Umfang der Aussenwand 10 verteilte feine Bohrungen 11, durch die das Kühl- oder Arbeitsgas ausströmt. Das Keramikteil 9 zur Halterung der Düsen Spitze 7 kann unmittelbar in die Gesamtanordnung integriert werden.

Figur 2 zeigt eine Düsen Spitze 7 in Kompaktbauweise, die ebenfalls mit einer konzentrischen Ringkammer 5 versehen ist. Diese ist jedoch etwas schmaler ausgebildet als beim Ausführungsbeispiel gemäss Figur 1. Die von der Kammer ausgehenden Bohrungen 11 sind in einem spitzen Winkel Alpha zur Mittelachse schräg nach unten gerichtet bzw. weggeneigt. Die Bohrungen 11 können sehr zahlreich sein und einen Durchmesser von wenigen Zehntel Millimeter aufweisen, so dass die Aussenwand 10 im Bereich der Bohrungen praktisch als mikroperforierte Fläche bezeichnet werden kann. Die Aussenwand 10 könnte aber auch einen Abschnitt aufweisen, der mit einer mikroporösen Materialstruktur versehen ist.

Beim Ausführungsbeispiel gemäss Figur 3 und 4 mündet die konzentrische Ringkammer nicht in feine Bohrungen, sondern in einen Ringspalt 12, der unmittelbar um die Austrittsöffnung 17 für das Arbeitsgas geführt ist. Selbstverständlich könnten die Ausführungsbeispiele gemäss den Figuren 3 und 4 auch derart kombiniert werden, dass sowohl ein Ringspalt 12 als auch feine Bohrungen 11 vorhanden sind. Figur 3 zeigt eine Draufsicht auf die Düsen Spitze gemäss Figur 4. Daraus ist ersichtlich, dass die konzentrische Kammer 5 über Bohrungen 13 mit dem Kühl- oder Arbeitsgas versorgt wird. Die Düsen Spitze kann mit einem Gewinde 14 versehen sein, so dass sie von unten in eine Düse bzw. in ein Keramikteil geschraubt werden kann.

Aufbau und Wirkungsweise der Sensorvorrichtung 8 mit ihren Schwingkreiskomponenten sind dem Fachmann an sich bereits bekannt und werden daher hier nicht mehr beschrieben.

Die Düsen Spitzen 7 gemäss den Figuren 5 und 6 können am Gewinde 22 in das Keramikteil einer Düse eingeschraubt werden. Die Ringkammer, falls überhaupt vorhanden, erstreckt sich dabei nicht bis in die Düsen Spitze hinein. Es könnte jedoch ähnlich wie bei Figur 1 eine Ringkammer vorhanden sein, die sich jedoch nur bis in das Keramikteil 9 erstreckt. Anstatt an der Düsen Spitze würde dabei das Kühlgas 6 oberhalb der Düsen Spitze z.B. am Keramikteil 9 austreten. Dagegen wird die Düsen Spitze selbst durch Kühlöffnungen 18 gekühlt, die rund um die Austrittsöffnung 17 angeordnet sind und durch welche Arbeitsgas ausströmt. Die Kühlöffnungen 18 können bis nahe an die Austrittsöffnung 17 angebracht werden, so dass die Düsen Spitze direkt an der Stelle gekühlt wird, wo die Wärme auftritt. Trotzdem ist eine äussere Vergrösserung der Düsen Spitze nicht erforderlich. Gemäss Figur 5 tritt der Gasstrom aus den Kühlöffnungen radial im rechten Winkel zur Mittelachse aus. Dabei ist gewährleistet, dass der Gasstrom die zu bearbeitende Fläche nicht beeinflusst. Die Kühlöffnungen könnten alternativ auch schräg nach hinten von der Austrittsöffnung 17 weggerichtet sein.

Beim Ausführungsbeispiel gemäss Figur 6 sind

5

0 294 324

6

die Kühlöffnungen 18 im spitzen Winkel zur Mittelachse gegen unten gerichtet. Dabei wird die Düsenumgebung durch den austretenden Gasstrahl stets sauber gehalten, ohne dass dabei der aus der Austrittsöffnung 17 austretende Strahl beeinflusst wird. Durch das Wegblasen von Verunreinigungen auf dem Werkstück 3 wie z.B. Metallspäne usw. wird auch verhindert, dass die als Abstandssensor dienende Düsenspitze 7 fehlerhafte Signale an den Sensor abgibt.

Das Ausführungsbeispiel gemäss den Figuren 7a und 7b ist vom Aufbau her ähnlich wie dasjenige gemäss Figur 1. Die Düsenspitze 7 ist über ein isolierendes Keramikteil 9 mit der restlichen Düse 1 verbunden. Rund um die Austrittsöffnung 17 sind Kühlöffnungen 18 angeordnet, die in ihrer Gesamtheit eine mikroporifizierte Fläche ergeben. Das Kühlgas 6, oder unter bestimmten Voraussetzungen auch das Arbeitsgas 2, strömt jedoch nur bei bestimmten Temperaturverhältnissen an der Düsenspitze durch die Kühlöffnungen.

Zur Freigabe der Kühlöffnungen 18 dient auf der linken Bildhälfte gemäss Figur 7a eine Ventilverrichtung 20. Die Ringkammer 5 erhält nur dann Kühlgas, wenn das Ventil 20 geöffnet wird. Eine Ventilstange 21 ist derart mit der Düsenspitze 7 verbunden, dass sie sich bei starker Wärmeentwicklung an der Düsenspitze ausdehnt und so mechanisch das Ventil 20 öffnet.

Auf der rechten Bildhälfte beim Ausführungsbeispiel gemäss Figur 7b dient als Schliessvorrichtung zum Verschliessen der Kühlöffnungen 18 ein Ring 19. Dieser Ring 19 könnte beispielsweise eine amorphe Materialstruktur aufweisen, die bei Erwärmung einen Gasdurchtritt erlaubt und derart die Kühlöffnungen 18 freigibt.

Bei beiden Varianten könnte anstelle des Kühlgases 6 auch unmittelbar das Arbeitsgas 2 durch die Kühlöffnungen 18 geleitet werden. Ausserdem wäre es denkbar, die Kühlöffnungen durch eine Schliessvorrichtung zu betätigen, welche auf andere Weise reagiert.

#### Patentsprüche

1. Laserbearbeitungswerkzeug mit einer Düse (1) für die Zufuhr eines Arbeitsgases (2) zum Werkstück (3), wobei die Düse (1) etwa koaxial zur optischen Achse der Laseroptik (4) angeordnet ist und von einer Ringkammer für die Zufuhr eines Kühl- und/oder Arbeitsgases zur Düsenspitze umgeben ist, dadurch gekennzeichnet, dass in der Ringkammer eine Sensorvorrichtung für die Abstandregelung zwischen der Düsenspitze und dem Werkstück angeordnet ist.

2. Laserbearbeitungswerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsenspitze als vorzugsweise einstückiges Bauteil ausgebildet ist, das den Endabschnitt der Düse bildet und das wenigstens eine Austrittsöffnung aufweist, die in Wirkverbin-

dung mit der Ringkammer steht.

3. Laserbearbeitungswerkzeug nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsenspitze als Sensorelektrode ausgebildet ist, die elektrisch leitend mit der Sensorvorrichtung verbunden ist.

4. Laserbearbeitungswerkzeug nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsenspitze von einem Keramikteil gehalten ist.

5. Laserbearbeitungswerkzeug nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Austrittsöffnung als Ringspalt ausgebildet ist, der die Düsenspitze umgibt.

6. Laserbearbeitungswerkzeug nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringkammer an der Düsenspitze in eine Mehrzahl über den Umfang ihrer Aussenwand verteilter Bohrungen mündet.

7. Laserbearbeitungswerkzeug nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrungen in einem spitzen Winkel zur Mittelachse der Düsenspitze nach aussen von der Mittelachse weggeneigt sind.

8. Laserbearbeitungswerkzeug nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussenwand der Düsenspitze einen mikroporösen Abschnitt aufweist, und dass die Ringkammer in diesen Abschnitt mündet.

9. Laserbearbeitungswerkzeug, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit einer Düse (1) für die Zufuhr eines Arbeitsgases (2) zum Werkstück (3), wobei die Düse etwa koaxial zur optischen Achse der Laseroptik (4) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu einer koaxialen Austrittsöffnung (17) rund um die Düsenspitze (7) eine Mehrzahl von Kühlöffnungen (18) angeordnet sind, über welche das Arbeitsgas (2) und/oder ein zusätzliches Kühl- oder Arbeitsgas (6) ausstösbar ist.

10. Laserbearbeitungswerkzeug nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlöffnungen Bohrungen sind, deren Durchmesser kleiner ist als der Durchmesser der Austrittsöffnung.

11. Laserbearbeitungswerkzeug nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlöffnungen durch einen mikroporösen Materialabschnitt gebildet werden.

12. Laserbearbeitungswerkzeug nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrungen im rechten Winkel zur Düsenachse oder in einem spitzen Winkel zu letzterer von der Düsenspitze weggerichtet sind.

13. Laserbearbeitungswerkzeug nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlöffnungen (18) oder wenigstens ein Teil davon durch eine wärmeaktive Schliessvorrichtung vom Gasstrom abtrennbar sind, welche erst beim Erreichen einer bestimmten Temperatur an der Düsenspitze öffnet.

14. Laserbearbeitungswerkzeug nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die

7

0 294 324

8

Schliessvorrichtung aus einem die Kühlöffnungen (18) verschliessenden Ring (19) besteht, der bei Wärmeeinwirkung die Kühlöffnungen freigibt.

15. Laserbearbeitungswerkzeug nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Schliessvorrichtung ein Ventil (20) ist, das durch Wärmeentwicklung an der Düsen Spitze (7) steuerbar ist und den Gasstrom zu den Kühlöffnungen (18) freigibt bzw. verschliesst.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

0294324

FIG. 1

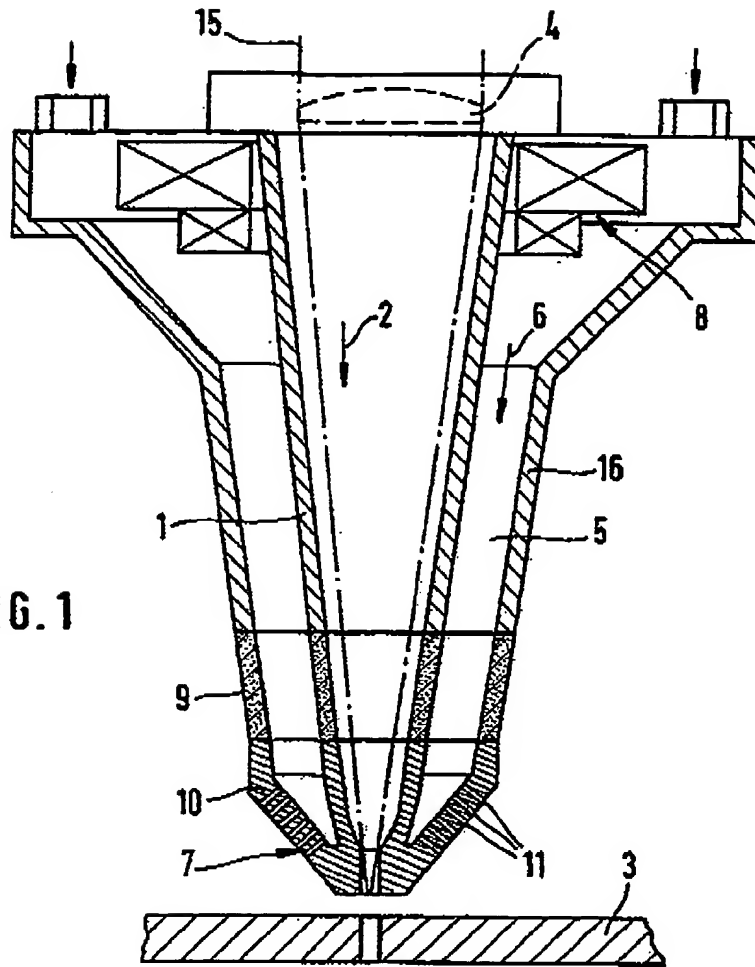
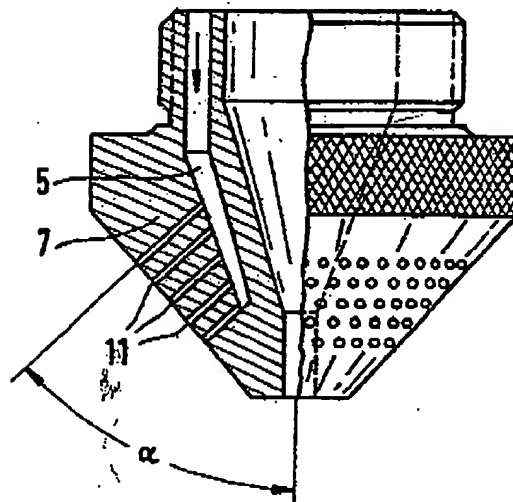
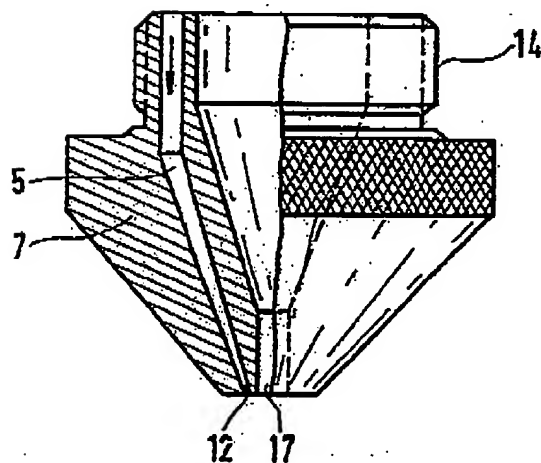
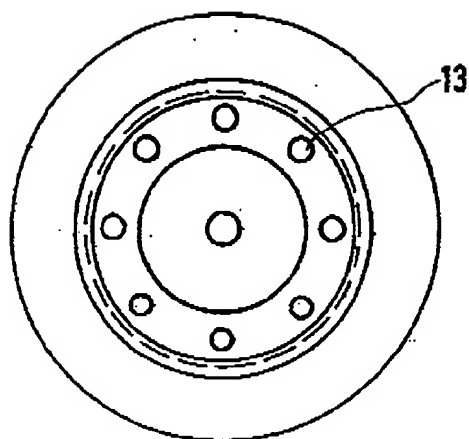


FIG. 2



0294324

**FIG. 3**



**FIG. 4**

0294324

0294324

FIG. 5

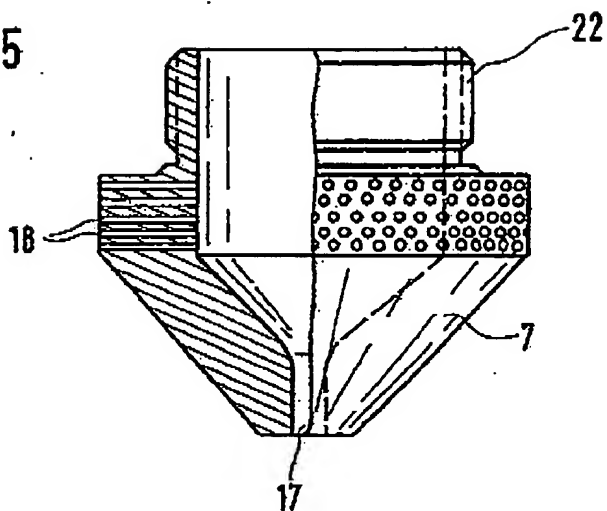
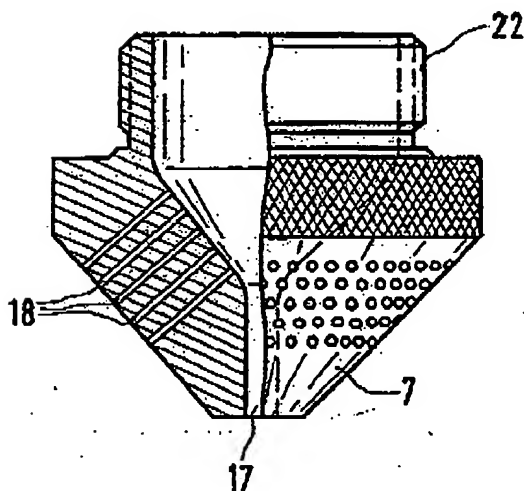
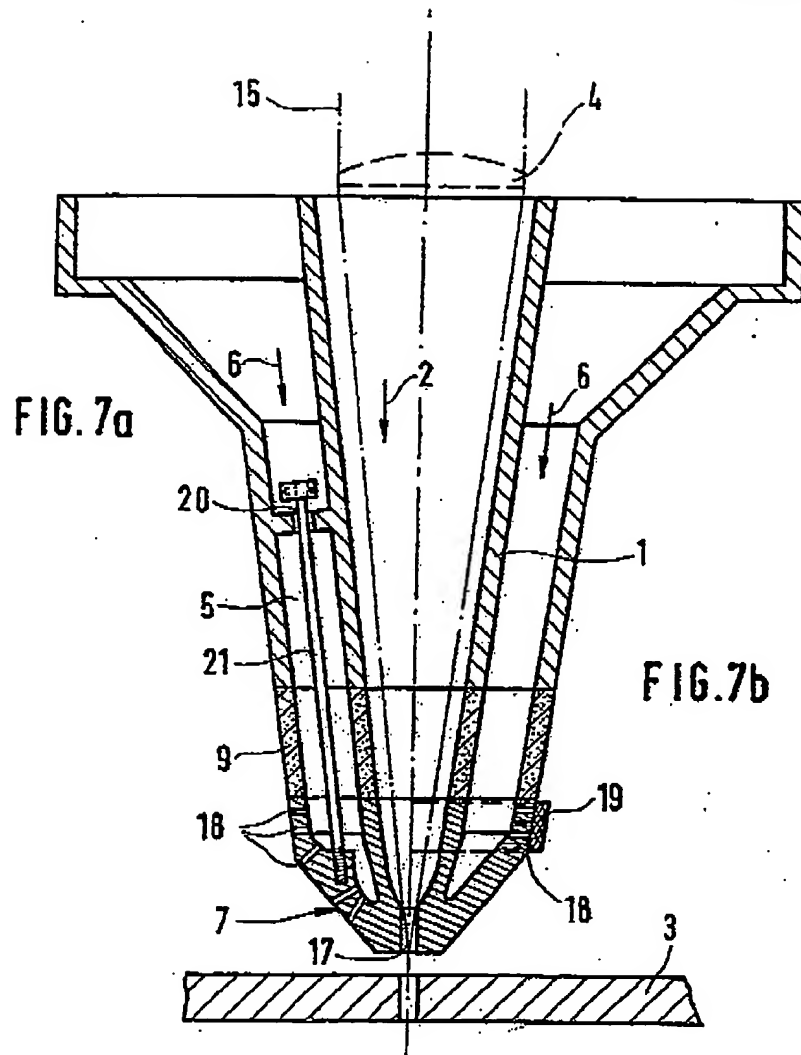


FIG. 6





0294324





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 81 0316

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kenntzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. CL4)
A	EP-A-0 209 488 (GET GESELLSCHAFT FÜR ELEKTROTECHNOLOGIE mbH) * Seite 8, Zeilen 4-23; Figuren 1,2 *	1	B 23 K 26/14 B 23 K 26/00
A	GB-A-2 064 399 (LASER WORK AG) * Insgesamt *	1,2,5,9	
A	EP-A-0 007 034 (PRECITEE GESELLSCHAFT FÜR PRÄZISIONSTECHNIK UND ELEKTRONIK mbH & CO.) * Seite 8, Zeile 19 - Seite 9, Zeile 13; Figur 2 *	1-4	
A	DE-U-8 337 305 (BIAS FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSLABOR FÜR ANGEWANDTE STRAHLTECHNIK GmbH) * Seite 12, Zeilen 13-21; Seite 13, Zeile 29 - Seite 15, Zeile 15; Figuren 2,4-6 *	1,2,6,7,9	
A	EP-A-0 129 603 (INDUE-JAPAX RESEARCH INC.) * Seite 17, Zeilen 13-20; Seite 18, Zeilen 2-17; Seite 26, Zeile 18 - Seite 27, Zeile 14; Seite 28, Zeilen 10-22; Seite 30, Zeile 21 - Seite 31, Zeile 15; Seite 34, Zeilen 13-18; Seite 36, Zeilen 10-21; Seite 39, Zeile 23 - Seite 41; Seite 50, Zeilen 12-25; Seite 51, Zeile 22 - Seite 52, Zeile 4; Figuren 4,7-10,12 *	1,2,5,9	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (Int. CL4)  B 23 K
A	FR-A-2 086 509 (QUANTRONIX CORP.) * Seite 11, Zeile 8 - Seite 12, Zeile 33; Figuren 4,5 *	1,2,9	
-/-			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 02-09-1988	Prüfer ARAN D.D.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		I : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung zugeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 (02.81) (P0402)

Seite 2

Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 81 0316

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. CL4)
A	US-A-4 431 899 (D.J. RACKI et al.) * Spalte 4, Zeile 27 - Spalte 5, Zeile 16; Figuren 2,4,7 *	1,2,9	
A	FR-A-2 564 349 (CLAUDE BENEDITE LASER TECHNIQUES) * Seite 6, Zeile 33 - Seite 7, Zeile 20; Figuren 1,2 *	1,2,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. CL4)
Der vorliegende Recherchebericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Rechercheamt DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 02-09-1988	Prüfer ARAN D.D.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		I : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentschriftstück, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentsfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 150 01/82 (PUBO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**